

Silážování kukuřice v době změn klimatu

Silážní kukuřice je zcela právem považována za královnu zemědělských plodin, protože bude, ačkoliv si to dnes téměř nikdo nechce připustit, sehrávat velmi důležitou roli v podmínkách klimatické změny. Je to plodina typu C4, která dokáže velmi efektivně využívat vodu. Vedle kukuřice ji využívají také například cukrovka, čirok a víceleté pícniny, z nichž především vojtěška má mimořádně vyvinutý kořenový systém se schopností přijímat vodu i z hlubších vrstev půdy.



Ing. Jan Pazdera, Ph.D.,
je absolventem Mendelovy univerzity v Brně a také Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre. V současné době pracuje jako regionální obchodní zástupce společnosti KWS OSIVA s. r. o. a je blízkým spolupracovníkem prof. MVDr. Ing. Petra Doležala, CSc., z Mendelovy univerzity v Brně.

Transpirační koeficient kukuřice je podle situace asi 350 l vody na 1 kg sušiny. Pro srovnání, literární prameny uvádějí transpirační koeficient u ječmene zhruba 530 l, u cukrovky 440 l, u vojtěšky až 800 l a u čiroku asi 200 l na 1 kg sušiny. Klimatická změna je již prokazatelně součástí našich životů a adaptace celé naší země na ni je naprosto nezbytná. Silážní kukuřice je plodina, která poskytuje v měnících se klimatických podmínkách nejvyšší produkci sušiny z jednotky plochy a nejvyšší výnosy zrna. Kukuřice je schopná přispět k ozelenění krajiny a do konce srpna může zmírnit fenomén hnědé krajiny. Kukuřice na zrno pak řeší účinně vnos čím dál více potřebné primární organické hmoty do půdy.

Kukuřičná siláž se tak stala v našich klimatických podmínkách dominantním objemným krmivem ve směsných krmných dávkách (TMR) skotu a často zaujímá až 50 % podíl krmné dávky. Kukuřičné siláže patří svým obsahem a kvalitou škrobu mezi nejvýznamnější zdroje energie z objemných krmiv pro přežvýkavce, zejména dojnice. V 1 kg sušiny obsahuje v rozmezí 28 až 30 % škrobu a 9,0 až 10,5 % dusíkatých látek. Koncentrace energie NEL se pohybuje v rozmezí 6,2 až 6,8 MJ/kg sušiny. Tato relativně velká variabilita ve výživné hodnotě, v koncentraci energie zejména, je ovlivněna nejen volbou odrůd, respektive zastoupením zrna na sušině celé rostliny, vegetačním stadiem sklizně, habitem rostliny, klimatickými podmínkami (celkové množství a rozdělení srážek, teplotní průběh – tzv. vliv ročníku), ale také hustotou výsevu a dalšími agrotechnickými faktory, například úrovní výživy a hnojením.

Teplota a srážky na území ČR v roce 2024

Rok 2024 byl na území ČR rekordně teplý, byly zaznamenány extrémní měsíce z pohledu teploty i srážkových úhrnů. Průměrná teplota dosáhla 10,3 °C, a o dva stupně tak přesáhla „normál“ z let 1991–2020. Průměrná teplota vzduchu doposud nejteplejšího roku 2023 (9,7 °C) byla překonána velmi výrazně, následují roky 2018 (9,6 °C), 2019 (9,5 °C), 2014 a 2015 (9,4 °C). Kvůli zvyšování globální teploty se podle odborníků nebezpečné meteorologické jevy budou stávat čím dál intenzivnějšími a častějšími, ať už jde o sucha, horké vlny či úbytek sněhu s dopadem i na zemědělskou produkci. Vzhledem ke změnám klimatu se stává výroba dostatečného množství kvalitních objemných krmiv na celý rok čím dál větším problémem. Rozloha orné půdy klesá a nároky na výživu vysokoužitkových dojnic rostou, a proto jsou stále častěji využívány plodiny a agrotechnické postupy, které umožňují vypěstovat co nejvíce biomasy a obsahu energie z 1 ha orné půdy. Průměrnou roční teplotu vzduchu na území ČR ve srovnání s normálem 1991–2020 (proloženou lineární přímkou – modře) v období let 1961–2024 zobrazuje graf, přičemž jsou zvýrazněny roky s průměrnou teplotou nad 9 °C.

Změna klimatu a pěstování kukuřice

Kukuřice je teplomilná rostlina, původem ze subtropických oblastí, má tak vyšší požadavky na teplo a vyžaduje také dostatek živin v půdě. Díky intenzivní šlechtitelské práci byly vyšlechtěny mnohé hybridy kukuřice, které jsou do jisté míry rezistentní i na chlad, a umožní tak její pěstování v oblastech s vyšší nadmořskou výškou. Kukuřice je současně nejvýkonnější obilninou v přepočtu na výnos biomasy, zrna či množství energie z 1 ha plochy. Jako každá jiná rostlina je živým organismem a její reakce na změny klimatických podmínek jsou spojeny s řadou změn fyziologických procesů. Kukuřice je velmi citlivá na nedostatek vody (sucho působí jako stresující faktor) a na lehčích písčitých půdách je pak dominantním faktorem ovlivňujícím celkový výnos.

Jak je známo, změna klimatu ovlivňuje i půdní prostředí a tím působí i na agrotechnická opatření. Pokud má změna klimatu za následek zvýšení koncentrace CO₂, zásadně pak působí i na život rostlin. Zvýšení obsahu CO₂ v přízemní vrstvě atmosféry výrazněji ovlivní tvorbu biomasy u C3 rostlin (pšenice, ječmen), zatímco u rostlin s cyklem C4 (kukuřice, čirok, cukrová třtina) je vliv podstatně mírnější. Rostliny typu C4 se vyznačují větším efektem fotosyntézy, větší produkcí asimilátů i při vyšších teplotách a také příznivějším hospodařením s vodou a živinovou skladbou. Proto kukuřice roste v teplejších oblastech a s dostatkem vláhy velmi rychle. Výrazné klimatické změny mají podstatný vliv na podmínky i možnosti pěstování krmných plodin obecně. Tyto klimatické změny se nepochybně dotknou i rostlin typu C4. Kukuřice tak patří v tomto kontextu k předním plodinám mírného klimatického podnebí a díky své hodnotě může dobře využívat své dispoziční k měnícím se podmínkám klimatu.

Obsah sušiny – vliv na kvalitu krmiva a příjem zvířat

Aby bylo dobře využito genetický potenciál rostliny, tj. kromě výnosových parametrů rovněž obsah živin a dobrá stravitelnost, je nutné sklízet silážní kukuřici ve vhodném termínu zralosti. O termínu sklizně silážní kukuřice rozhoduje celý komplex okolností. Nelze se upnout pouze na zvolený hybrid, který je jen dílčím faktorem. Při stanovení optimálního termínu sklizně je třeba zohlednit druh a typ půdy, mocnost ornice, teploty a srážkové úhrny v průběhu vegetace,



Přeschlá kukuřice určená k silážování (2022)

Foto Jan Pazdera

způsob založení porostů silážní kukuřice a úroveň výživy a hnojení jednotlivými živinami.

Správný termín sklizně má u silážní kukuřice značný vliv na chemické složení a silážovatelnost a určuje tak výslednou krmnou hodnotu a výši sklizňových a fermentačních ztrát. Sklizeň kukuřice v pokročilejším stadiu zralosti zvyšuje především riziko špatného průběhu kvašení na základě vysokých obsahů sušiny ve zbytku rostliny. Vysoký obsah sušiny (nejsou vzácné i případy s obsahem sušiny přes 50 % a více) ztěžuje dostatečně kompaktní uložení v silážním žlabu, silážní kukuřice má nižší stravitelnost organických živin, vyšší obsah hrubé vlákniny a ligninu, dochází ke snížení dietetické hodnoty a k riziku výskytu mykotoxinů. Sklizená hmota s vyšším obsahem sušiny je náročnější na úpravu řezanky, silážovaná hmota se obtížněji dusá a zrno je většinou již hodně vyzrálé a vyžaduje větší mechanické narušení (speciální adaptér corn-cracker). Velká část nenarušených zrn prochází trávicím traktem bez využití do výkalů. Naproti tomu předčasné zaschnutí porostu silážní kukuřice v extrémně nepříznivých povětrnostních podmínkách (obr. 1) je příčinou významného snížení nutriční hodnoty, zejména pak koncentrace energie v důsledku deficitu uloženého škrobu. Navíc změnou turgoru v pletivech se zvýší zejména u tradičních hybridů riziko masivního výskytu a pomnožení polních druhů plísní (*Fusarium* sp.).

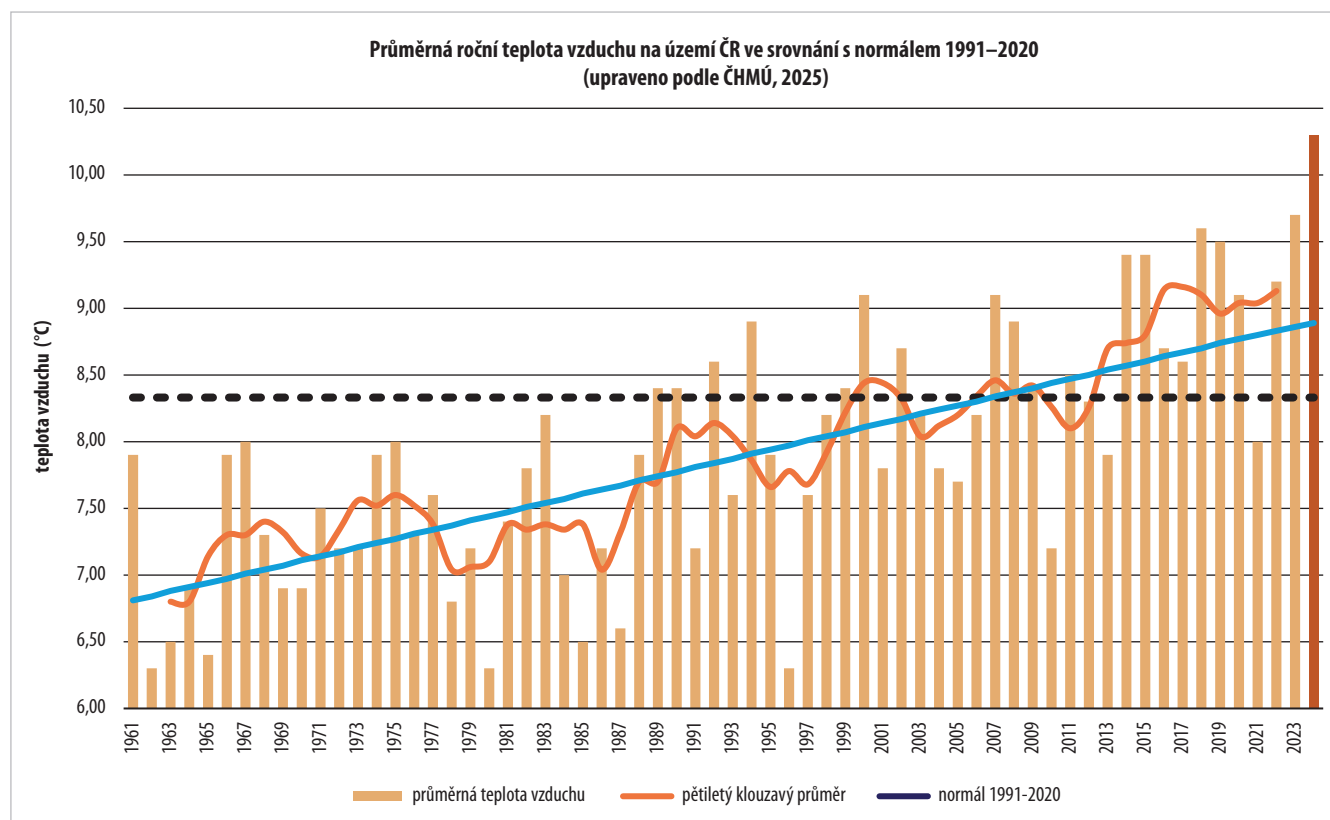
Analýzou souboru kukuřičných siláží s vyšším až vysokým obsahem sušiny vyrobených v loňském roce, lze konstatovat, že výsledný obsah sušiny hotových siláží s ohledem ke změnám klimatu (tab. 1 a 2), resp. velkého deficitu vláhy, se pohyboval v některých případech v rozmezí 40–50 %. Skutečnost však byla taková, že nebyl ojedinělý i výskyt sušiny nad 55 %.

Význam obsahu NDF pro hodnocení kvality kukuřičných siláží

Pro zhodnocení výsledné výživné hodnoty kukuřičných siláží se velká míra pozornosti v poslední době věnuje nejen koncentraci energie NEL, ale především také hodnotám NDF, SNDF, dále obsahu škrobu a míře jeho ruminalní degradovatelnosti. Samotný obsah hrubé vlákniny není v tomto směru zcela adekvátní, neboť zjištěné hodnoty u testovaných siláží jsou relativně nízké a nasvědčuje to hypotéze, že silážované porosty musely být nefyziologicky zaschlé již v mladší vegetační fázi. Při normálním vegetačním průběhu by se očekávala koncentrace vlákniny a její inkrustace ligninem zcela ve vyšších hodnotách.

Hodnota NDF byla u testovaného souboru v průměru 410,8 g v 1 kg sušiny v rozmezí od 379,5 do 458,7 g/kg sušiny. Ukazatel NDF je považován za důležitý parametr, neboť se vztahuje i k energetické hodnotě siláží a současně limituje příjem celkové sušiny a tím i ostatních živin dojnici. Patří proto mezi klíčové ukazatele pro hodnocení výživné hodnoty krmiva. Kvalitní kukuřičné siláže by měly v 1 kg sušiny obsahovat podle MITRIKA (2018) ≤40 % NDF, zatímco u průměrných siláží se hodnoty NDF pohybují v rozmezí >40 až ≤45 %. Kukuřičné siláže horší kvality mají NDF >45 %. Obsah NDF v kukuřičné siláži je ovlivňován celou řadou faktorů, z nichž k těm dominantním patří zejména vegetační fáze v době sklizně, způsob sklizně, výška strniště, ale svůj vliv má i výběr hybridu kukuřice. Z dalších abiotických vlivů jsou to především klimatické podmínky, výživa a hnojení rostlin a vláhvový deficit. Průměrná stravitelnost NDF dosáhla zhruba 50 % (rozmezí 47,9–51,5 %).

(Pokračování na str. 24)



Silážování ...

(Dokončení ze str. 22)

Riziko technologických nedostatků na mikrobiální zahřívání

Nejčastějšími příčinami snížené hygienické jakosti kukuřičných siláží zejména s vyšším obsahem sušiny bývají:

- příliš hrubá/dlouhá řezanka,
- pomalé plnění a nedokonalé dusání,
- velká poréznost siláží,
- nevhodné zakrytí,
- špatná strategie aplikace silážního aditiva,
- neuspokojivý průběh fermentace (dlouhá aerobní fáze kvašení),
- malá množství odebíraných siláží a zejména nesprávný způsob odběru (nejčastější příčina zahřívání a následného kažení siláží v teplejším ročním období).

V praxi je ověřeno, že s klesajícím stupněm udusání se zvětšuje hloubka pronikání vzduchu do siláže, zatímco u siláží s vysokou hustotou je infiltrace vzduchu výrazně omezena. Vzduch do kvalitní siláže nepatří a je proto nezbytné vhodným způsobem odběru minimalizovat jeho prostupnost do siláže. Mikrobiálně znehodnocená siláž totiž znehodnocuje celou TMR a velmi obtížně se dekontaminuje.

Význam obsahu škrobu u silážní kukuřice

Pokud jde o koncentraci škrobu v 1 kg sušiny, je třeba poznamenat, že výsledná hodnota je dána stupněm vyzrálosti zrn, respektive velikostí celé palice. Asimilace škrobu je tak závislá na transformaci jednoduchých sacharidů vzniklých při fotosyntéze. Byla potvrzena souvislost mezi omezenou fotosyntézou u předčasně nefyziologicky zaschlých rostlin kukuřice v důsledku sucha a nedostatku vody a nižším obsahem škrobu v 1 kg sušiny hmoty. Celková přeměna vodorozpusných cukrů na škrob je však časově dost omezená (maximální kulminace se uvádí zhruba deset dnů). Rozdílný obsah škrobu v sušině (187,6–313,2 g) ukazuje na rozdílný rozvoj palic v různých lokalitách v důsledku dlouhodobého sucha, kdy palice nebyly zcela vyvinuté a nedosahovaly požadovaného podílu ve hmotě či v sušině. Kukuřičné siláže s vyšším obsahem sušiny neobsahovaly současně vyšší koncentraci škrobu, respektive zde nebyla nalezena tato tendence, naopak to nasvědčuje tomu, že porost při sklizni byl již delší dobu mimo asimilační schopnost.

Obsah sušiny kukuřičné siláže zvyšuje nejen celkový příjem sušiny objemných krmiv až o 2–3 kg, ale v přepočtu přináší vyšší dotaci energie i větší produkci mléka. Na každé zvýšení obsahu škrobu o 5 % připadá zvýšení produkce mléka přibližně o necelé dva litry mléka. Se zvyšujícím se obsahem sušiny nad optimální rozpětí stravitelnost škrobu klesá. Škrob je klíčovým zdrojem energie pro produkci mléka, a to jak pro bacherovou mikroflóru, tak jako bypass do střeva. Fermentovaný škrob původem z objemného krmiva je vybalancovaným zdrojem energie hlavně pro bacherovou mikroflóru, nikoliv pro mléčné bakterie (ty fermentují pouze jednoduché cukry) při silážování. S pokračující zralostí zrna klesá degradovatelnost škrobu. Kukuřičný škrob má odlišné složení od škrobu ostatních obilovin a vyznačuje se nižší mírou bacherové degradovatelnosti. Nedegradovaný škrob v bacheru je donátorem glukózy pro energetický metabolismus dojnice, což má velký význam u vysokoprodukčních dojníc. Při nadměrném množství škrobu v krmné dávce nebo nedostatečném mechanickém narušení zrna je nestravitelný škrob v podobě nestrávených zrn vylučován výkaly. Fyziologická hodnota obsahu škrobu ve výkalech je do 3 % a jeho stanovení je výborným ukazatelem využití škrobu z krmné dávky, resp. úspěšnost použité technologie sklizně kukuřice na siláž – např. pozdní sklizeň, délka řezanky či špatné nastavení corn-crackeru.



KWS Hypolito – stav k 8. 8. 2025

Foto Jan Pazdera



Jaká bude sklizňová sušina v roce 2025 v porovnání s lety 2023 a 2024?



Foto Jan Pazdera

jsou zdravotní problémy, nízká užitkovost a špatná reprodukce. Dojnice se snaží udržovat svoji tělesnou teplotu na úrovni 38 až 39 °C. Termoneutrální zóna dojníc závisí na relativní vlhkosti, ve srovnání s jinými druhy je však nízká. Dojnice se ochlazuje menším příjmem sušiny objemných krmiv, čímž se snižuje produkce tepla z bacherové fermentace a následně mléčná produkce. Dále se snaží ochlazovat přeměrováním krve z orgánů do kůže, zvýšením odpařování pocením a zvýšenou frekvencí dýchání.

Příjem krmiva laktujícími dojnícemi začíná klesat již při teplotě prostředí 25–26 °C a výrazně klesá při teplotách přesahujících 30 °C. U zvířat vystavených tepelnému stresu dochází k výraznému snížení příjmu hrubé vlákniny a omezené ruminaci, což se může projevit na omezené pufraci bacherového prostředí a změny tvorby TMK. Menší příjem hrubé vlákniny přispívá ke snížené tvorbě TMK, což se projevuje změnami v poměru acetátu a propionátu. Literatura uvádí 10% pokles příjmu krmiva při zvýšení teploty prostředí z 26 na 30 °C, při dalším vzestupu teploty na 32 °C byl pokles v příjmu krmiva až o 25 %. Navíc se vlivem tepelného stresu snižuje hodnota pH bacheru.

Dopady tepelného stresu dojníc na jejich metabolismus a užitkovost jsou velké. Snížení negativního vlivu tepelného stresu lze částečně dosáhnout změnou nutričního managementu a technologicky řešit dosažení, respektive přiblížení se k hranicím termoneutrální zóny pro dojnice (0–16 °C). Z hlediska zdraví a produkce je nutné korigovat výrazný pokles příjmu krmné dávky, aby bylo co nejvyšší pokrytí potřeby živin a energie. Z krmivářského hlediska je potřeba věnovat rovněž zvýšenou pozornost nejen množství, ale i kvalitě

Tab. 1 – Vliv obsahu sušiny na vybrané ukazatele fermentačního procesu (upraveno podle Doležal et al. 2024)

Ukazatel	Významné fermentační charakteristiky								Průměr
Sušina (%)	38,76	39,25	40,11	41,03	43,21	44,75	47,15	49,97	43,03
pH	3,79	3,83	3,81	3,82	3,80	3,83	3,81	3,84	3,82
KVV	1910	1550	1740	1590	1710	1680	1710	1660	1694
KM	2,90	1,38	1,83	1,48	1,79	1,93	1,83	1,71	1,86
KO	0,96	0,84	0,90	0,94	0,95	0,90	0,70	0,68	0,86
KM/KO	2,02	1,64	2,03	1,57	1,88	2,14	2,61	2,51	2,05
Σ kys. v suš. (%)	7,48	5,66	6,81	5,90	6,34	6,32	5,37	4,78	6,08
Třída jakosti	II	I	II	I	II	II	II	I	

*KVV – kyselost vodního výluhu, KM – k. mléčná, KO – k. octová

Tab. 2 – Vliv vyššího obsahu sušiny na chemické složení a výživnou hodnotu kukuřičných siláží – v 1 kg sušiny (upraveno podle Doležal et al. 2024)

Ukazatel	Významné ukazatele výživné hodnoty kukuřičné siláže								Průměr
Sušina (%)	38,76	39,25	40,11	41,03	43,21	44,75	47,15	49,97	43,03
NL (%)	8,35	8,27	7,94	7,45	9,48	8,95	7,95	7,35	8,22
RDP (%)	74,97	55,14	70,78	61,21	75,95	72,18	66,67	68,98	68,24
VL (%)	22,45	18,12	17,99	18,94	21,01	24,05	21,48	18,82	20,36
Str. VL (%)	7,10	6,72	6,87	7,02	7,12	7,57	6,76	6,98	7,02
ADF (%)	25,84	20,69	20,61	21,62	24,18	27,61	24,69	21,47	23,34
NDF (%)	44,01	38,14	37,95	39,05	43,32	45,87	42,31	39,02	41,08
SNDF (%)	51,20	50,10	50,90	47,90	50,90	47,80	51,50	49,50	49,98
Škrob (%)	23,65	31,32	28,94	30,11	20,34	18,76	23,84	31,25	26,03
Degradovatelnost škrobu (%)	61,23	46,99	56,01	56,19	61,21	60,00	57,72	55,55	56,86
NEL (MJ)	6,55	6,61	6,59	6,60	6,52	6,45	6,51	6,62	6,56
NEV (MJ)	6,62	6,70	6,64	6,69	6,59	6,48	6,55	6,68	6,62

*NL – dusíkaté látky (hrubý protein), RDP – protein rozložitelný v bacheru, VL – hrubá vláknina, ADF – acidodetergentní vláknina, NDF – neutrodetergentní vláknina, SNDF – stravitelnost NDF, NEL – netto energie laktace, NEV – netto energie výkrmu

Tab. 3 – Doporučené hodnoty obsahu škrobu ve výkalech (podle Jambor et al. 2020)

Obsah škrobu ve výkalech	Význam
≤3 %	optimální využití
3 až 5 %	zvýšený obsah
>5 %	vysoký obsah

konzervovaných krmiv vysokou aerobní stabilitou. TMR je třeba navázat v průběhu dne vždy čerstvou. Z hlediska chovatelského je třeba přikročit ke zlepšení parametrů stájového prostředí (účinné aktivní ventilace a dostatečné kapacity napáječek).

Závěr

Kukuřičné siláže jsou významným objemným sacharidovým krmivem s dobrou stravitelností organických živin. Kvalitní kukuřičné siláže sehrávají důležitou úlohu pro stabilitu směsné krmné dávky a bacherového prostředí dojníc. Jejich kvalita a výživná hodnota tak významně ovlivňují celkový produkční a ekonomický efekt krmné dávky. S přihlédnutím k tendencím využívání hmoty kukuřice při silážování s vyšším obsahem sušiny řezanky (i přes 40 %) v souvislosti s povětrnostními podmínkami může docházet při konzervaci,

Použitá literatura je k dispozici u autorů článku.

- Ing. Jan Pazdera, Ph.D.,¹
prof. MVDr. Ing. Petr Doležal, CSc.,²
doc. Dr. Ing. Zdeněk Havlíček,³
prof. Ing. Miroslav Juráček, Ph.D.,⁴
¹KWS OSIVA s. r. o.,
²Ústav výživy zvířat a picinářství (AF),
Mendelova univerzita v Brně,
³Ústav morfologie, fyziologie a genetiky zvířat (AF),
Mendelova univerzita v Brně,
⁴Ústav výživy a genetiky (FAPZ),
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Téma týdne připravila Barbora Vendlová